

Beschreibung

TURBINENSCHAUFEL UND GASTURBINE MIT EINER SOLCHEN TURBINENSCHAUFEL

- 5 Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel mit einem entlang einer Schaufelachse angeordneten Schaufelblatt und mit einem Plattformbereich, der am Fuße des Schaufelblattes angeordnet eine Plattform aufweist, die sich quer zur Schaufelachse erstreckt. Die Erfindung führt des Weiteren auf eine
10 Gasturbine mit einem entlang einer Achse der Gasturbine sich erstreckenden Strömungskanal mit ringförmigem Querschnitt für ein Arbeitsmedium, einer zweiten hinter einer ersten entlang der Achse angeordneten Schaufelstufe, wobei eine Schaufelstufe eine Anzahl von ringförmig angeordneten, sich radial in
15 den Kanal erstreckende Turbinenschaufeln aufweist.

- Bei einer Gasturbine dieser Art treten im Strömungskanal nach Beaufschlagung mit Heißgas Temperaturen auf, die im Bereich zwischen 1000 °C und 1400 °C liegen können. Die Plattform der
20 Turbinenschaufel bildet infolge der ringförmigen Anordnung einer Anzahl solcher Turbinenschaufeln in einer Schaufelstufe einen Teil des Strömungskanals für ein die Gasturbine durchströmendes Arbeitsfluid in Form von Heißgas, das auf diese Weise den axialen Turbinenrotor über die Turbinenschaufeln
25 antreibt. Einer derart starken thermischen Beanspruchung der durch die Plattformen gebildeten Begrenzung des Strömungskanals wird dadurch begegnet, dass eine Plattform von hinten, also vom unterhalb der Plattform angeordneten Fuß einer Turbinenschaufel her, gekühlt wird. Dazu weist der Fuß und der
30 Plattformbereich üblicherweise eine geeignete Kanalisation zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium auf.

- Aus der DE 2 628 807 A1 geht ein Prallkühlssystem für eine Turbinenschaufel eingangs genannter Art hervor. In der
35 DE 2 628 807 A1 ist zur Kühlung der Plattform vor der dem Heißgas abgewandten Seite der Plattform, also hinter der Plattform, d. h. zwischen einem Schaufelfuß und der Platt-

form, ein gelochtes Wandelement angeordnet. Durch die Löcher des Wandelements trifft Kühlluft unter relativ hohem Druck auf die vom Heißgas abgewandte Seite der Plattform, wodurch eine effiziente Prallkühlung erreicht wird.

5

In der EP 1 073 827 B1 wird ein neuer Weg in der Konstruktion des Plattformbereichs gegossener Turbinenschaufeln offenbart. Der Plattformbereich ist als Doppelplattform aus zwei einander gegenüber liegenden Plattformwänden ausgebildet. Dadurch
10 wird erreicht, dass die dem Strömungskanal und damit dem Heißgas unmittelbar ausgesetzte, den Strömungskanal begrenzende Plattformwand dünn ausgeführt werden kann. Mit der Ausführung in zwei Plattformwänden ergibt sich eine Funktions-
trennung für die Plattformwände. Die den Strömungskanal be-
15 grenzende Plattformwand ist im Wesentlichen für die Kanalisation des Heißgases verantwortlich. Die gegenüberliegende, vom Heißgas nicht beaufschlagte Plattformwand übernimmt die Aufnahme der vom Schaufelblatt herrührenden Lasten. Diese Funktionstrennung ermöglicht es, die den Strömungskanal begren-
20 zende Plattformwand so dünn auszuführen, dass die Heißgaskanalisierung gewährleistet ist, ohne dabei wesentliche Lasten abfangen zu müssen.

Bei der Ausführung einer Turbinenschaufel eingangs genannter
25 Art sind in einer Teilfuge zwischen Plattformen aneinander grenzender Turbinenschaufeln der gleichen Schaufelstufe oder benachbarter Turbinenschaufeln von hintereinander angeordneten Schaufelstufen Dichtmaßnahmen notwendig, um ein ungewolltes und exzessives Ausströmen von Kühlmedium in den mit Heiß-
30 gas beaufschlagten Strömungskanal zu verhindern. Die zur Abdichtung erforderlichen Maßnahmen können zu strukturell und kühlungstechnisch schwierigen Situationen an einer thermisch hochbelasteten Plattformwand führen und stellen ein erhöhtes Versagenspotential für eine Turbinenschaufel und damit für
35 eine Gasturbine dar.

Üblicherweise wird die Abdichtung solcher Teilfugen durch den Einbau besonderer Dichtelemente erzielt. Diese müssen jedoch einerseits flexibel genug sein, um gleichzeitige Relativbewegungen benachbarter Teile, insbesondere benachbarter Turbinenschaufeln und ihrer Plattformen zuzulassen und andererseits müssen sie dennoch eine Dichtwirkung erhalten. Der Einbau solcher Dichtelemente führt zu geometrisch und strukturell komplizierten Bauteilen. Als Folge davon sind besondere Kühlmaßnahmen notwendig, um schwer zugängliche Randbereiche einer Plattform ausreichend zu kühlen.

Wünschenswert wäre eine möglichst einfach ausgestaltete und gleichzeitig gut zu kühlende und abgedichtete Strömungskanalbegrenzung einer Gasturbine.

An dieser Stelle setzt die Erfindung an, deren Aufgabe es ist, eine Turbinenschaufel mit einer Plattform anzugeben, die gleichzeitig einfach ausgestaltet ist und auch den geometrisch-strukturellen und kühlungstechnischen Anforderungen im Rahmen einer Strömungskanalbegrenzung einer Gasturbine vorteilhaft genügt. Ferner soll die Abdichtung der Teilfugen zwischen benachbarten Turbinenschaufeln besonders einfach und kostengünstig erfolgen.

Betreffend die Turbinenschaufel wird die Aufgabe durch die Erfindung mit der eingangs genannten Turbinenschaufel gelöst, bei der erfindungsgemäß die Plattform durch ein erstes am Schaufelblatt festliegendes federelastisches Blechteil zumindest teilweise gebildet ist, welches an einer benachbarten Turbinenschaufel anlegbar ist.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass die Verwendung einer nicht-tragenden Plattform zur Darstellung der Begrenzung eines mit Heißgas beaufschlagten Strömungskanals einer Gasturbine grundsätzlich geeignet ist, die Plattform, und damit die Begrenzung des Strömungskanals, möglichst effektiv zu kühlen. Darüber hinausgehend liegt die wesentliche Er-

kenntnis der Erfindung darin, dass es möglich ist, die Plattform selbst mit einer erhöhten Dichtwirkung auszustatten, und zwar indem die Plattform derart dünnwandig ausgeführt wird, dass sie durch ein am Schaufelblatt anliegendes federelastisches Blechteil gebildet ist.

Damit erfüllt nämlich die Plattform als ein den Heißgas beaufschlagten Strömungskanal begrenzendes Teil alle Anforderungen hinsichtlich der Kühlung und auch eines Dichtelements.

10 Durch das am Schaufelblatt festliegende federelastische Blechteil ist die Plattform als solche nämlich ausreichend flexibel, um gleichzeitige Relativbewegungen benachbarter Schaufelblätter und anderer Teile zuzulassen und erhält dennoch die Dichtwirkung. Damit entfällt die Notwendigkeit für

15 ein besonderes Dichtelement. Dies vereinfacht die Ausgestaltung und Kühlung der Strömungskanalbegrenzung.

Gemäß der Erfindung ist das erste federelastische Blechteil als eine nicht-tragende Plattformwand vorgesehen, die den

20 heißgasbeaufschlagten Strömungskanal zumindest teilweise begrenzt. Eine wie in der EP 1 073 827 B1 vorgesehene tragende Plattformwand, die hinter dem ersten federelastischen Blechteil angeordnet wäre, kann weitgehend entfallen. Die Plattform besteht also zumindest teilweise aus dem am

25 Schaufelblatt festliegenden ersten federelastischen Blechteil.

Das zwischen Plattformen benachbarter Turbinenschaufeln bisher nötige Dichtelement kann entfallen, da das erste

30 federelastische Blechteil der einen Turbinenschaufel dicht an der anderen der benachbarten Turbinenschaufel anliegt.

Die Vorteile hinsichtlich Kühlung und Dichtwirkung des ersten federelastischen Blechteils für die Plattform und damit der

35 Strömungskanalbegrenzung bleiben bestehen.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen und geben im Einzelnen vorteilhafte Möglichkeiten an, insbesondere die Plattform hinsichtlich obiger Aufgabe weiterzubilden.

5

Gemäß einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Plattform durch das erste an einem ersten Anschlag auf der einen Seite des Schaufelblattes festliegendes federelastisches Blechteil gebildet ist und durch
10 ein zweites an einem zweiten Anschlag auf der anderen Seite des Schaufelblattes festliegendes Blechteil gebildet ist. Damit sind zweckmäßigerweise zwei Blechteile vorgesehen, welche die Plattform bilden, die sich damit beidseitig auf der einen und der anderen Seite des Schaufelblattes quer zur
15 Schaufelachse erstrecken.

Zweckmäßigerweise übernimmt das am Schaufelblatt anliegende zweite Blechteil die Funktion einer ersten, das Schaufelblatt nicht-tragenden Plattformwand und die Plattform weist darüber
20 hinaus eine zweite das Schaufelblatt tragende Plattformwand auf. Bei dieser Ausgestaltung ist zwischen der ersten nicht-tragenden Plattformwand aus dem zweiten Blechteil und der zweiten dicker ausgebildeten tragenden Plattformwand als eine besondere lasttragende Struktur ein entsprechender Kühlraum
25 zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium gebildet.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann jeder Anschlag in Form einer Nut oder Kante ausgebildet sein. Dies ermöglicht eine besonders zuverlässige und strömungstechnisch
30 günstige Befestigung des Blechteils am Fuße des Schaufelblattes.

Im Rahmen einer bevorzugenden Weiterbildung der Erfindung hat es sich als zweckmäßig erwiesen, dass die Blechteile,
35 insbesondere das erste, an einem weiteren Anschlag einer benachbarten Turbinenschaufel gehalten ist. Zweckmäßigerweise kann dieser weitere Anschlag in Form eines Auflagers gebildet

- sein. Beispielsweise kann ein solches Auflager durch eine zwischen Schaufelfuß und Fuß des Schaufelblattes angeformte Stufe gebildet sein. Das erste Blechteil einer ersten Turbinenschaufel hintergreift das Auflager der zu dieser benachbarten Turbinenschaufel dichtend. Das zweite Blechteil kann das an der gleichen Turbinenschaufel angeordnete Auflager vorteilhaft hintergreifen oder, zusätzlich oder alternativ, an der Stufe angefügt sein.
- 10 Zweckmäßigerweise liegt das erste federelastische Blechteil im Ruhezustand lose an dem weiteren Anschlag der benachbarten Turbinenschaufel an. In diesem Fall ergibt sich eine noch zu erläuternde ausreichende Befestigung des Blechteils aus der Bewegung bzw. strömungstechnischen Anbindung der
- 15 Turbinenschaufel im Betriebszustand einer Gasturbine.

- Die Dichtwirkung des ersten federelastischen Blechteils am weiteren Anschlag kann weiter verbessert werden, wenn das erste federelastische Blechteil unter einer selbst erzeugten Vorspannung an dem weiteren Anschlag anliegt.

- Die Erfindung führt zur Lösung der Aufgabe darüber hinaus auf eine eingangs genannte Gasturbine, wobei eine Schaufelstufe eine Anzahl von ringförmig angeordneten sich radial in den Strömungskanal erstreckende Turbinenschaufeln aufweist, wobei erfindungsgemäß eine Turbinenschaufel gemäß einer oben genannten Art ausgeführt ist.

- Vorteilhafte Weiterbildungen der Gasturbine sind den weiteren Unteransprüchen zu entnehmen und geben im Einzelnen vorteilhafte Möglichkeiten an, insbesondere die Strömungskanalbegrenzung und die Funktionsweise der Turbinenschaufel im Rahmen der Strömungskanalbegrenzung im Sinne obiger Aufgabe auszugestalten.

- 35 Im Rahmen einer ersten Weiterbildung ist die Turbinenschaufel eine Laufschaufel. Eine solche Laufschaufel ist an einem sich

- axial erstreckenden Turbinenrotor befestigt und dreht sich bei Betrieb der Gasturbine mit dem Turbinenrotor. Bei rotatorischem Betrieb einer Turbinenschaufel in Form einer Laufschaufel an dem Turbinenrotor ist eine durch die Rotation vom
- 5 Fuße des Schaufelblattes her in Richtung des Schaufelblattes wirkende Fliehkraft erzeugt. Dabei sieht die Weiterbildung vor, dass das erste federelastische Blechteil eine ausreichende Dichtwirkung zwischen zwei aneinander angrenzenden Blechteilen zweier benachbarten Laufschaufeln
- 10 erreicht. Durch die Fliehkraft wird das erste federelastische Blechteil einer ersten Laufschaufel gegen einen weiteren Anschlag der zweiten Laufschaufel gedrückt und dadurch fliehkraftbefestigt angelegt. Also ist, selbst im Falle, dass das erste federelastische Blechteil im Ruhezustand der
- 15 Laufschaufel lose an dem weiteren Anschlag anliegt, wird durch die Fliehkraft gewährleistet, dass das federelastische Blechteil im Betriebszustand an der Laufschaufel dichtend anliegt. Bei Betrieb der Laufschaufel der Gasturbine hat das erste federelastische Blechteil also auch die Funktion eines
- 20 Dichtelements. Dabei wirkt vorteilhaft die Anlagefläche des ersten federelastischen Blechteils an dem weiteren Anschlag der benachbarten Laufschaufel in Form eines Auflagers als dichtendes Widerlager für das erste Blechteil. Das Eindringen von die Turbine durchströmenden Heißgas durch den zwischen
- 25 bisher von zwei Plattformen benachbarter Laufschaufeln gebildeten Spalt kann aufgrund der wirksamen Dichtung ebenso vermieden werden wie eine ungewollt große Leckage an Kühlmittel durch den Spalt in den Heißgasraum hinein.
- 30 Gemäß einer alternativen Weiterbildung der Gasturbine ist die Turbinenschaufel als Leitschaufel an einem peripheren Turbinengehäuse vorgesehen. Bei Betrieb einer Turbinenschaufel in Form einer Leitschaufel an dem Turbinengehäuse ist durch ein Kühlmedium ein Druckgefälle vom Fuße des
- 35 Schaufelblattes her in Richtung des Schaufelblattes erzeugt. Dabei sieht die alternative Weiterbildung vor, dass das erste federelastische Blechteil einer ersten Leitschaufel durch das

Druckgefälle gegen den weiteren Anschlag einer zweiten Leitschaufel gedrückt und dadurch druckbefestigt wird. Das Druckgefälle wird also dadurch erzeugt, dass das erste federelastische Blechteil von hinten mit Kühlmedium

5 beaufschlagt wird und dadurch gegen den weiteren Anschlag gedrückt wird. Für eine Leitschaufel ist das Druckgefälle ausreichend groß, so dass dies nicht nur für eine Druckbefestigung des ersten federelastischen Blechteils an dem weiteren Anschlag ausreicht, sondern darüber hinaus bei

10 Betrieb der Leitschaufel in der Gasturbine das erste federelastische Blechteil die Funktion eines Dichtelements hat. Die Anlageflächen des ersten federelastischen Blechteils wirken an einem oben erläuterten Anschlag als ausreichende Dichtflächen und der Anschlag als Widerlager für das erste

15 federelastische Blechteil.

Im Rahmen einer Ausgestaltung der Gasturbine erweist es sich als vorteilhaft, dass zwischen einer ersten Turbinenschaufel und einer benachbarten zweiten Turbinenschaufel der gleichen

20 Schaufelstufe von einem ersten federelastischen Blechteil der ersten Turbinenschaufel und von einem zweiten Blechteil der zweiten Turbinenschaufel eine Begrenzung des Strömungskanals gebildet ist, die durchgehend ist. Innerhalb einer Schaufelstufe wird auf diese Weise vorteilhaft eine

25 durchgehende radiale Begrenzung des Strömungskanals gebildet.

Im Rahmen einer weiteren Ausgestaltung der Gasturbine erweist es sich darüber hinaus als vorteilhaft, dass zwischen einer ersten Turbinenschaufel der ersten Schaufelstufe und einer

30 bezogen auf den Rotor axial zur ersten Turbinenschaufel benachbarten zweiten Turbinenschaufel der zweiten Schaufelstufe von einem ersten federelastischen Blechteil der ersten Turbinenschaufel und von einem zweiten Blechteil der zweiten Turbinenschaufel eine Begrenzung des Strömungskanals

35 gebildet ist, die durchgehend ist. Auf diese Weise wird vorteilhaft eine durchgehende axiale Begrenzung des Strömungskanals gebildet. Vorteilhaft handelt es sich bei den

Schaufelstufen um Leitschaufelstufen und bei den Turbinenschaufeln um Leitschaufeln.

5 Wegen der oben erwähnten Arten einer durchgehenden Begrenzung entfallen nämlich die bei üblichen Begrenzungen eines Strömungskanals einer Gasturbine sonst abzudichtenden Teilfugen und die dann zusätzlich benötigten Dichtelemente. Die im Zusammenhang mit Dichtelementen auftretenden Probleme werden aufgrund der durchgehenden Begrenzung des Strömungskanals mit dem ersten federelastischen und dem zweiten Blechteil völlig beseitigt.

15 Dabei erweist es sich als zweckmäßig, dass ein erstes an einer ersten Turbinenschaufel angeordnetes federelastisches Blechteil und ein zweites an einer zweiten Turbinenschaufel angeordnetes Blechteil gemeinsam an dem weiteren Anschlag der ersten Turbinenschaufel gehalten sind. Details sind im Zusammenhang mit der Zeichnung erläutert.

20 Ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Diese soll das Ausführungsbeispiel nicht maßgeblich darstellen, vielmehr ist die Zeichnung, wo zur Erläuterung dienlich, in schematisierter und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt. Im Hinblick auf Ergänzungen der aus der Zeichnung unmittelbar erkennbaren Lehren wird auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen. Im Einzelnen zeigt die Zeichnung in:

30 FIG 1 eine besonders bevorzugte Ausführungsform einer Gasturbine mit einem Strömungskanal und einer bevorzugten Ausführung der Leit- und Laufbeschaufelung in schematisierter Form in einer Querschnittsansicht;

35 FIG 2 einen Plattformbereich einer besonders bevorzugten Ausführungsform einer ersten Turbinenschaufel einer ersten Schaufelstufe und einer axial zur ersten Turbinenschaufel benachbarten zweiten Tur-

binenschaufel einer zweiten Schaufelstufe in perspektivischer Ansicht.

FIG 1 zeigt eine Gasturbine 1 mit einem sich entlang einer Achse 3 erstreckenden Strömungskanal 5 mit ringförmigem Querschnitt für ein Arbeitsmedium M. In dem Strömungskanal 5 ist eine Anzahl von Schaufelstufen angeordnet. Insbesondere ist eine zweite Leitschaufelstufe 9 hinter einer ersten Leitschaufelstufe 7 entlang der Achse 3 angeordnet. Des Weiteren ist eine zweite Laufschaufelstufe 13 hinter einer ersten Laufschaufelstufe 11 angeordnet. Die Leitschaufelstufen 7, 9 weisen dabei eine Anzahl von ringförmig an einem peripheren Turbinengehäuse 15 angeordneten sich radial in den Strömungskanal 5 erstreckende Leitschaufeln 21 auf. Eine Laufschaufelstufe 11, 13 weist dabei eine Anzahl von ringförmig an einem axialen Turbinenrotor 19 angeordneten sich radial in den Strömungskanal 5 erstreckende Laufschaufeln 23 auf. Die Strömung eines Arbeitsmediums M wird dabei in Form eines Heißgases von einem Brenner 17 erzeugt. Entsprechend dem ringförmigen Querschnitt des Strömungskanals 5 ist eine Anzahl solcher Brenner 17 in einem in der Querschnittszeichnung der FIG 1 nicht gezeigten Ringraum um die Achse 3 herum angeordnet.

Eine Leitschaufel 21 und eine Laufschaufel 23 sind in der FIG 1 schematisch gezeigt. Eine Leitschaufel 21 weist eine entlang einer Schaufelachse 25 angeordnete Schaufelspitze 27, ein Schaufelblatt 29 und einen Plattformbereich 31 auf. Der Plattformbereich 31 weist eine sich quer zur Schaufelachse 25 erstreckende Plattform 33 und einen Schaufelfuß 35 auf.

Eine Laufschaufel 23 weist eine entlang einer Schaufelachse angeordnete Schaufelspitze 37, ein Schaufelblatt 39 und einen Plattformbereich 41 auf. Der Plattformbereich 41 weist eine sich quer zur Schaufelachse 45 erstreckende Plattform 43 und einen Schaufelfuß 47 auf.

Die Plattform 33 einer Leitschaufel 21 und die Plattform 43 einer Laufschaufel 23 bilden dabei jeweils einen Teil einer Begrenzung 49, 51 des Strömungskanals 5 für das Arbeitsmedium M, welches die Gasturbine 1 durchströmt. Die periphere Begrenzung 49 ist dabei Teil des peripheren Turbinengehäuses 15. Die rotorseitige Begrenzung 51 ist dabei Teil des im Betriebszustand der Gasturbine 1 sich drehenden Turbinenrotors 19.

10 Wie in der FIG 1 schematisch angedeutet und in der FIG 2 im Detail gezeigt, ist dabei die Plattform 33 einer Leitschaufel 21 und die Plattform 43 einer Laufschaufel 23 durch am Schaufelblatt 29, 39 festliegende Blechteile gebildet.

15 Die FIG 2 zeigt stellvertretend für einen Plattformbereich 31, 41 einen Plattformbereich 61. Die in FIG 2 gezeigte erste Turbinenschaufel 63 und zweite Turbinenschaufel 65 ist dabei stellvertretend für eine erste Leitschaufel 21 einer ersten Leitschaufelstufe 7 und einer axial direkt dahinter angeordneten zweiten Leitschaufel 21 einer zweiten Leitschaufelstufe 9 gezeigt. Die erste Turbinenschaufel 63 und die zweite Turbinenschaufel 65 sind auch stellvertretend für eine in der FIG 1 gezeigte erste Laufschaufel 23 der ersten Laufschaufelstufe 11 und einer axial direkt dahinter angeordneten zweiten Laufschaufel 23 der zweiten Laufschaufelstufe 13 gezeigt.
25 Vorzugsweise handelt es sich bei den Turbinenschaufeln 63, 65 aber um Leitschaufeln.

Die erste Turbinenschaufel 63 weist ein im Abbruch
30 gezeichnetes Schaufelblatt 69 auf. Die zweite Turbinenschaufel 65 weist dabei ein im Abbruch gezeichnetes Schaufelblatt 67 auf. Bei der ersten Turbinenschaufel 63 und der zweiten Turbinenschaufel 65 ist im Plattformbereich 61 am Fuße des Schaufelblattes 67, 69 eine Plattform 71 gebildet, die sich quer zur Schaufelachse 73, 75 erstreckt. Dabei ist
35 die Plattform 71 zum einen durch ein bei der ersten Schaufel 63 gezeigtes erstes federelastisches Blechteil 79 und zum

anderen durch ein bei der zweiten Schaufel 65 gezeigtes, zweites Blechteil 77 gebildet. Das erste federelastische Blechteil 79 ist an einem ersten Anschlag 83 auf der einen Seite des Schaufelblattes 69 befestigt, welche Seite bei der ersten Turbinenschaufel 63 gezeigt ist. Das zweite federelastische Blechteil 77 ist an einem zweiten Anschlag 81 auf der anderen Seite des Schaufelblattes 67 befestigt, welche Seite bei der zweiten Turbinenschaufel 65 gezeigt ist. Die Befestigung kann beispielsweise durch Schweißen oder Löten erfolgen und ist dabei dicht. Der erste Anschlag 83 und der zweite Anschlag 81 ist dabei jeweils in Form einer Nut ausgebildet, in welche jeweils das erste federelastische Blechteil 79 und das zweite Blechteil 77 jeweils mit seiner am Schaufelblatt 69 bzw. am Schaufelblatt 67 endenden Kante einstößt. Das zweite federelastische Blechteil 77 ist darüber hinaus an einem weiteren Anschlag 85 der zweiten Turbinenschaufel 65 gehalten. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist das zweite Blechteil 77 am Anschlag 85 angefügt. Alternativ oder zusätzlich könnte das zweite Blechteil 77 auch den weiteren Anschlag 85 hintergreifen. Letzteres ist der Fall für das erste federelastische Blechteil 79 der ersten Turbinenschaufel 63, das gemeinsam mit dem zweiten Blechteil 77 an dem weiteren Anschlag 85 der zweiten Turbinenschaufel 67 gehalten ist. Dazu hintergreift das erste federelastische Blechteil 79 lose den weiteren Anschlag 85. Der weitere Anschlag 85 ist zum Halten des zweiten Blechteils 77 und des ersten federelastischen Blechteils 79 in Form eines Auflagers ausgebildet und bildet somit auf seiner dem ersten federelastischen Blechteil 79 zugewandten Seite eine Dichtfläche, die als Widerlager für das erste federelastische Blechteil 79 dient.

Auf die oben geschilderte Weise ist zwischen der ersten Turbinenschaufel 63 und der zweiten Turbinenschaufel 65 vom ersten federelastischen Blechteil 79 der ersten Turbinenschaufel 63 und vom zweiten Blechteil 77 der zweiten Turbinenschaufel 65 eine Begrenzung 87 des Strömungskanal 5

gebildet, wobei die Begrenzung 87 durchgehend ist. Auf diese Weise erlaubt die Verwendung einer dünnwandigen, nicht-tragenden Plattform 71 zur Darstellung der Begrenzung 87 in Form eines zweiten Blechteils 77 und eines ersten
5 federelastischen Blechteils 79 die gleichzeitige Wirkung der Blechteile 77, 79 als ein Dichtelement. Ein Dichtelement dieser Art ist gleichzeitig flexibel genug, um Relativbewegungen der benachbarten ersten Turbinenschaufel 63 und zweiten Turbinenschaufel 65 zu erlauben und hat dennoch
10 eine ausreichende Dichtwirkung. Dadurch wird ein Dichtelement eingespart, wie es bei bisher üblichen aneinander gegenüberliegenden Plattformen zur Abdichtung von Teilfugen notwendig gewesen wäre. Potentiell gefährdete, strukturell und thermisch ungünstige Aufnahmekonstruktionen eines solchen
15 Dichtelements werden damit vermieden.

Bei der hier gezeigten Ausführungsform kommt die Plattform 71 auf ihrer Rückseite 89 weitgehend ohne eine Stützkonstruktion oder eine tragende Plattformbewandung aus. Vielmehr ist auf
20 der Rückseite 89 ein erster Kühlraum 93 und ein zweiter Kühlraum 91 gebildet, die es erlauben, die Plattform 71 in dem Bereich zwischen der zweiten Turbinenschaufel 65 und der ersten Turbinenschaufel 63 optimal zu kühlen. Auf diese Weise kann eine sonst üblicherweise kompliziert auszugestaltende
25 Plattformrandkonstruktion im Zusammenhang mit dem weiteren Anschlag 85 einfacher und ohne thermisch gefährdeten Bereich gestaltet werden. Zur Unterstützung der Kühlung in den Kühlräumen 91, 93 ist die vom Fuße des Schaufelblattes 67, 69 ausgehende Tragkonstruktion 95, 97 der Turbinenschaufeln 65, 63 gestaltoptimiert zum Schaufelfuß 35, 47 in der FIG 1 fort-
30 gesetzt.

Je nach Betriebsweise der ersten Turbinenschaufel 63 und der zweiten Turbinenschaufel 65, vorzugsweise in Form einer in
35 der FIG 1 gezeigten Leitschaufel 21 oder gegebenenfalls auch in Form einer in der FIG 1 gezeigten Laufschaufel 23, ergibt sich die insbesondere am weiteren Anschlag 85 vorgesehene

Dichtwirkung des zweiten Blechteils 77 und des ersten federelastischen Blechteils 79. Bei rotatorischem Betrieb einer Turbinenschaufel 65, 63 in Form einer Laufschaufel 23 an einem Turbinenrotor 19 wird nämlich eine durch die Rotation vom Fuße des Schaufelblattes 67, 69 in Richtung 99 des Schaufelblattes 67, 69 wirkende Fliehkraft erzeugt. Hinzu tritt auch ein Druckgefälle wie bei einer Leitschaufel 21. Es ist auch denkbar, dass das erste federelastische Blechteil 79 mittels einer durch das erste federelastische Blechteil 79 selbst erzeugten Vorspannung am weiteren Anschlag 85 dichtend anliegt. Dadurch kann die vom Druckgefälle erzeugte Anpresskraft verstärkt werden.

Bei Betrieb einer Turbinenschaufel 65, 63 in Form einer in FIG 1 gezeigten Leitschaufel 21 an einem peripheren Turbinengehäuse 15 wird von der Rückseite 89 einer Plattform 71 her durch ein Kühlmedium ein Druckgefälle vom Fuße des Schaufelblattes 67, 69 in Richtung 99 des Schaufelblattes 67, 69 erzeugt. Die Richtung 99 sowohl einer oben genannten Fliehkraft für eine Laufschaufel 23 als auch die Richtung 99 des Druckgefälles für eine Leitschaufel 21 ist in FIG 2 durch einen Pfeil kenntlich gemacht. Je nach Ausführung der Turbinenschaufel 67, 69 als Laufschaufel 23 oder Leitschaufel 21 wird also die Plattform 71 in Form der federelastischen Blechteile 77, 79 durch die Fliehkraft bzw. durch das Druckgefälle gegen den weiteren Anschlag 85 gedrückt. Auf diese Weise sind die Blechteile 77, 79 der Plattform 71 fliehkraftbefestigt bzw. druckbefestigt und entfalten gleichzeitig ihre Dichtwirkung und Trennungswirkung zwischen dem heißgasbeaufschlagten Strömungskanal 5 und der kühlmittelbeaufschlagten Rückseite 89 der Plattform 71.

Zusammenfassend wird, um eine Begrenzung 87 eines Strömungskanals 5 einer Gasturbine 1 möglichst einfach auszugestalten, bei einer Turbinenschaufel 63, 65 mit einem entlang einer Schaufelachse 73, 75 angeordnete Schaufelblatt 67, 69 und mit einem Plattformbereich 61, der am Fuße des Schaufelblattes

67, 69 angeordnet eine Plattform 71 aufweist, die sich quer zur Schaufelachse 73, 75 erstreckt, vorgeschlagen, dass die Plattform 71 durch ein am Schaufelblatt 67, 69 festliegendes Blechteil 77, 79 gebildet ist. Dies führt auch auf eine

5 Gasturbine 1 mit einem sich entlang einer Achse 3 der Gasturbine 1 erstreckenden Strömungskanal 5 mit ringförmigem Querschnitt für ein Arbeitsmedium M, einer zweiten 9, 13 hinter einer ersten 7, 11 entlang der Achse 3 angeordneten Schaufelstufe wobei eine Schaufelstufe 7, 9, 11, 13 eine

10 Anzahl von ringförmig angeordneten, sich radial in den Kanal 5 erstreckende Turbinenschaufeln 63, 65 gemäß dem obigen Konzept aufweist.

Patentansprüche

1. Turbinenschaufel (63, 65) mit einem entlang einer Schaufelachse (73, 75) angeordneten Schaufelblatt (67, 69) und mit einem Plattformbereich (61), der am Fuße des Schaufelblattes (67, 69) angeordnet, eine Plattform (71) aufweist, die sich quer zur Schaufelachse (73, 75) erstreckt, dadurch gekennzeichnet, dass die Plattform (71) durch ein erstes, am Schaufelblatt (67, 69) festliegendes federelastisches Blechteil (79) zumindest teilweise gebildet ist, welches an einer benachbarten Turbinenschaufel (63, 65) anlegbar ist.
2. Turbinenschaufel (63, 65) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Plattform (71) durch das erste, an einem ersten Anschlag (83) auf der einen Seite des Schaufelblattes (69) festliegende federelastische Blechteil (79) und durch ein zweites, an einem zweiten Anschlag (81) auf der anderen Seite des Schaufelblattes (67) festliegendes Blechteil (77) gebildet ist.
3. Turbinenschaufel (63, 65) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Anschlag (81, 83) in Form einer Nut oder Kante ausgebildet ist.
4. Turbinenschaufel (63, 65) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste federelastische Blechteil (77) an einem an der benachbarten Turbinenschaufel (63, 65) angeordneten weiteren Anschlag (85) dichtend anlegbar ist.

5. Turbinenschaufel (63, 65) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
der weitere Anschlag (85) in Form eines Auflagers gebildet ist.
6. Turbinenschaufel (63, 65) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
das erste federelastische Blechteil (79) im Ruhezustand der Turbinenschaufel (63, 65) lose an dem weiteren Anschlag (85) anliegt.
7. Turbinenschaufel (63, 65) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
das erste federelastische Blechteil (79) unter einer selbst erzeugten Vorspannung an dem weiteren Anschlag (85) anliegt.
8. Turbinenschaufel (63, 65) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Plattformbereich (61) einen Schaufelfuß (35, 47) als eine lasttragende Struktur aufweist.
9. Gasturbine (1) mit einem sich entlang einer Achse (3) erstreckenden Strömungskanal (5) mit ringförmigem Querschnitt für ein Arbeitsmedium (M), einer zweiten (9, 13) hinter einer ersten (7, 11) entlang der Achse (3) angeordneten Schaufelstufe, wobei eine Schaufelstufe (7, 9, 11, 13) eine Anzahl von ringförmig angeordneten, sich radial in den Strömungskanal (5) erstreckende Turbinenschaufeln (63, 65) nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist.

10. Gasturbine (1) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei rotatorischem Betrieb einer Turbinenschaufel
(63, 65) in Form einer Laufschaufel (23) an einem axialen
5 Turbinenrotor (19), eine durch die Rotation eine vom Fuße
des Schaufelblattes her in Richtung (99) des Schau-
felblattes wirkende Fliehkraft erzeugt ist, wobei das
erste federelastische Blechteil (79) durch die Fliehkraft
gegen einen weiteren Anschlag (85) gedrückt und dadurch
10 fliehkraftbefestigt anliegt.
11. Gasturbine (1) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
bei Betrieb einer Turbinenschaufel (63, 65) in Form einer
15 Leitschaufel (21) an einem peripheren Turbinengehäuse
(15), durch ein Kühlmedium ein Druckgefälle vom Fuße des
Schaufelblattes her in Richtung (99) des Schaufelblattes
erzeugt ist, wobei das erste federelastische Blechteil
(79) durch das Druckgefälle gegen einen weiteren Anschlag
20 (85) gedrückt ist und dadurch druckbefestigt anliegt.
12. Gasturbine (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
das erste federelastische Blechteil (79) bei Betrieb der
25 Turbinenschaufel (63, 65) in der Gasturbine (1) die
Funktion eines Dichtelements hat.
13. Gasturbine (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12,
dadurch gekennzeichnet dass,
30 zwischen einer ersten Turbinenschaufel (63) und einer
benachbarten zweiten Turbinenschaufel (65) der gleichen
Schaufelstufe (7, 9, 11, 13) von einem ersten
federelastischen Blechteil (79) der ersten
Turbinenschaufel (63) und von einem zweiten Blechteil
35 (77) der zweiten Turbinenschaufel (65) eine Begrenzung
des Strömungskanals (5) gebildet ist, die durchgehend
ist.

14. Gasturbine (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
zwischen einer ersten Turbinenschaufel (63) der ersten
5 Schaufelstufe (7, 11) und einer axial zur ersten Turbi-
nenschaufel (63) benachbarten zweiten Turbinenschaufel
(65) der zweiten Schaufelstufe (9, 13) von einem ersten
federelastischen Blechteil (79) der ersten
10 Turbinenschaufel (63) und von einem zweiten Blechteil
(77) der zweiten Turbinenschaufel (63) eine Begrenzung
(87) des Strömungskanals (5) gebildet ist, die durch-
gehend ist.
15. Gasturbine (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 13,
15 dadurch gekennzeichnet, dass
ein erstes an einer ersten Turbinenschaufel (63) ange-
ordnetes federelastisches Blechteil (77) und ein zweites
an einer zweiten Turbinenschaufel (65) angeordnetes
Blechteil (79) gemeinsam an einem weiteren Anschlag (85)
20 der einer der beiden Turbinenschaufeln (63, 65) gehalten
sind.

FIG 1

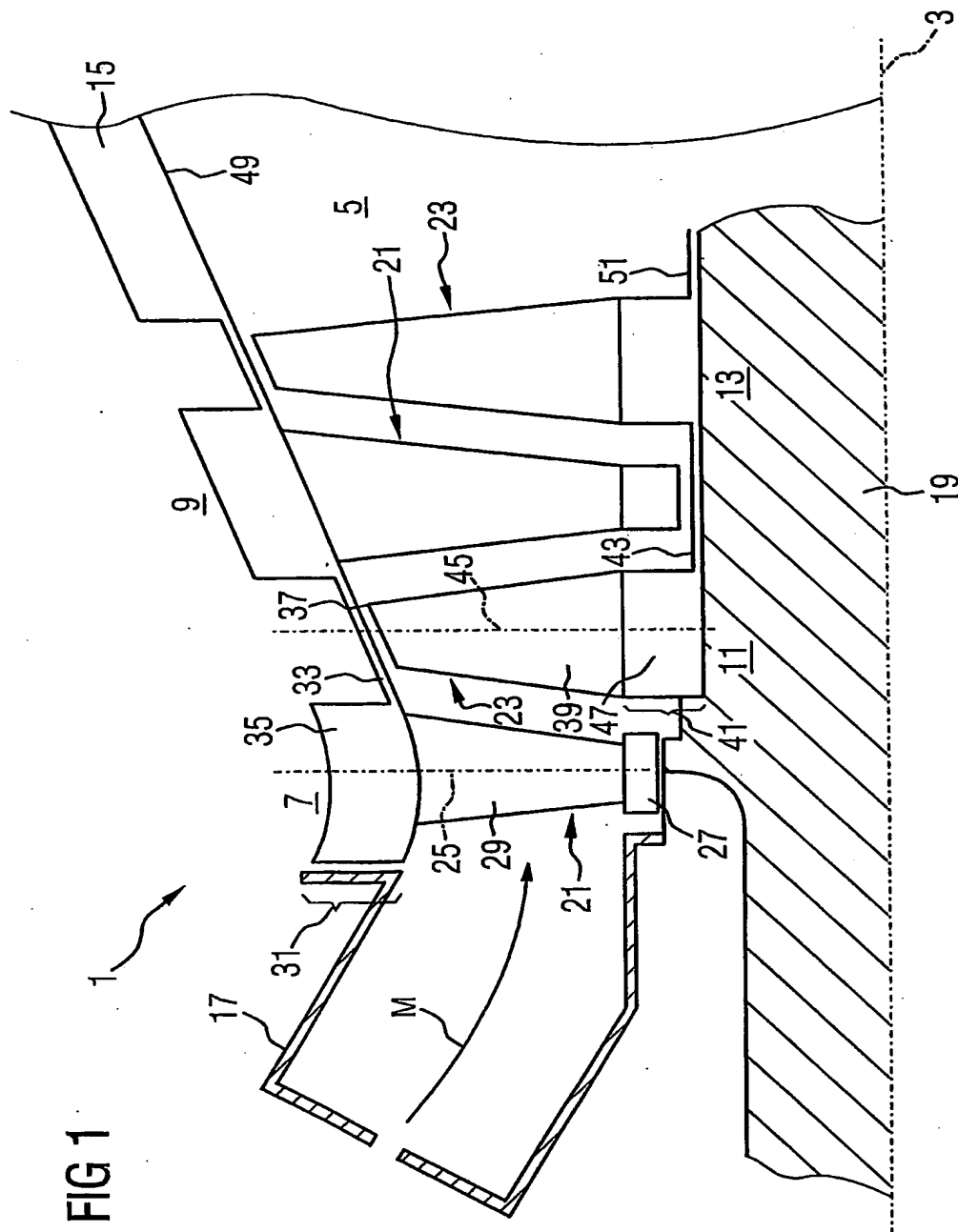
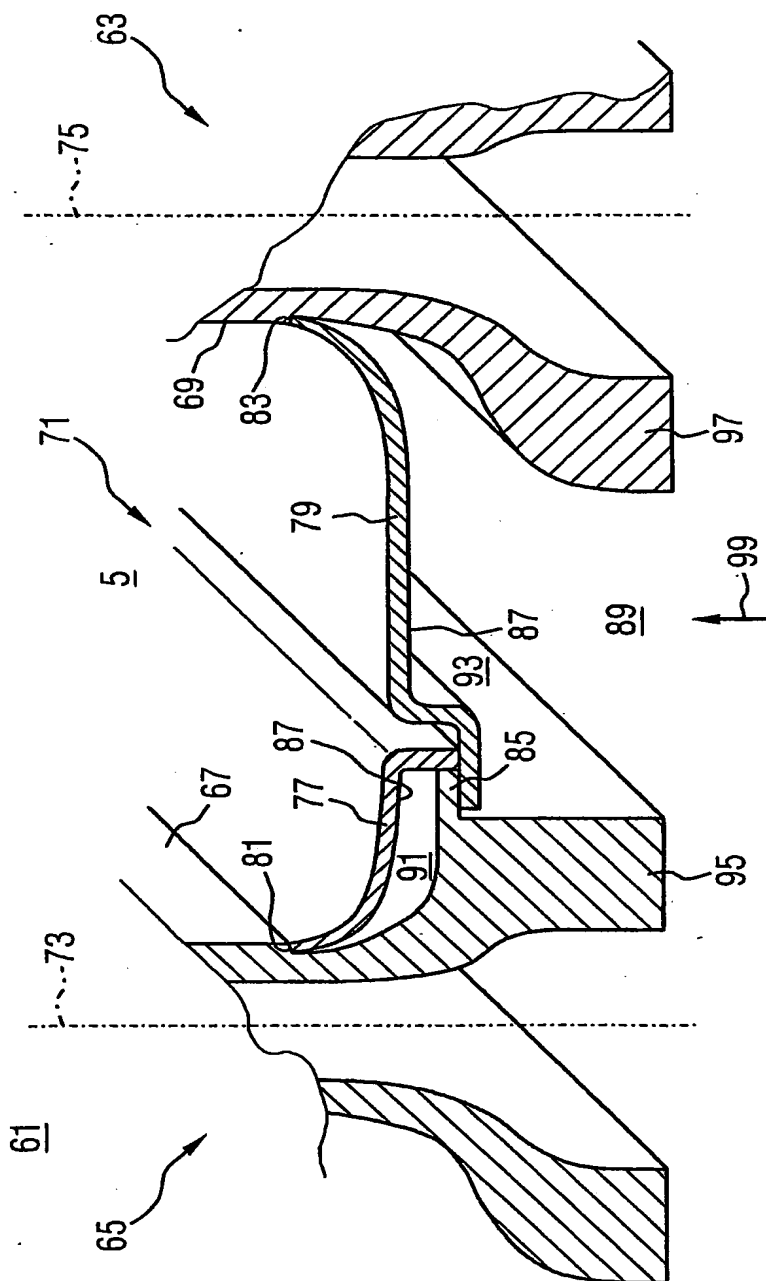


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/000223

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F01D5/22 F01D11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CH 291 898 A (ESCHER WYSS AKTIENGESELLSCHAFT) 15 July 1953 (1953-07-15) page 2, line 27 - line 30 figures	1-13,15
X	US 5 244 345 A (CURTIS DAVID S) 14 September 1993 (1993-09-14) figures 1,2	1,4-10, 12
X	US 3 446 481 A (PAUL H. KYDD) 27 May 1969 (1969-05-27) column 6, line 45 - line 49 figure 9	1-3,8,9, 12,13
X	DE 579 989 C (KARL ROEDER DR ING) 4 July 1933 (1933-07-04) figure	1-3,8,9, 12,14
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 April 2005

Date of mailing of the international search report

25/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Angelucci, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/000223

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 831 207 A (SNECMA MOTEURS) 25 April 2003 (2003-04-25) figure 1 -----	1,4,5, 8-10,12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/000223

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CH 291898	A	15-07-1953	NONE	
US 5244345	A	14-09-1993	GB 2251897 A	22-07-1992
US 3446481	A	27-05-1969	NONE	
DE 579989	C	04-07-1933	NONE	
FR 2831207	A	25-04-2003	FR 2831207 A1	25-04-2003
			CA 2409328 A1	24-04-2003
			EP 1306523 A1	02-05-2003
			JP 2003148102 A	21-05-2003
			US 2004258528 A1	23-12-2004

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/000223

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F01D5/22 F01D11/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CH 291 898 A (ESCHER WYSS AKTIENGESELLSCHAFT) 15. Juli 1953 (1953-07-15) Seite 2, Zeile 27 - Zeile 30 Abbildungen	1-13,15
X	US 5 244 345 A (CURTIS DAVID S) 14. September 1993 (1993-09-14) Abbildungen 1,2	1,4-10, 12
X	US 3 446 481 A (PAUL H. KYDD) 27. Mai 1969 (1969-05-27) Spalte 6, Zeile 45 - Zeile 49 Abbildung 9	1-3,8,9, 12,13
X	DE 579 989 C (KARL ROEDER DR ING) 4. Juli 1933 (1933-07-04) Abbildung	1-3,8,9, 12,14
	-/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. April 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Angelucci, S

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/000223

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
X	FR 2 831 207 A (SNECMA MOTEURS) 25. April 2003 (2003-04-25) Abbildung 1	1,4,5, 8-10,12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/000223

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
CH 291898	A	15-07-1953	KEINE		
US 5244345	A	14-09-1993	GB	2251897 A	22-07-1992
US 3446481	A	27-05-1969	KEINE		
DE 579989	C	04-07-1933	KEINE		
FR 2831207	A	25-04-2003	FR	2831207 A1	25-04-2003
			CA	2409328 A1	24-04-2003
			EP	1306523 A1	02-05-2003
			JP	2003148102 A	21-05-2003
			US	2004258528 A1	23-12-2004